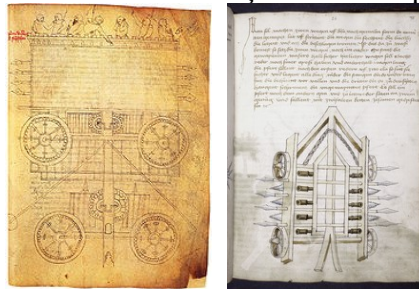


LES MÀQUINES DEL RENAIXEMENT

Francesc X. Barca Salom
Universitat Politècnica de Catalunya

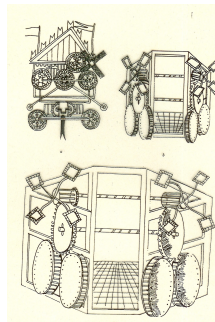
Un dels trets del Renaixement va ser que es generalitzés la utilització de màquines per a substituir la força humana i animal. Els tècnics renaixentistes, que assessoraven a nobles i a reis, es dedicaren a dissenyar enginyers tant per facilitar les tasques en temps de pau com per equipar l'exèrcit en temps de guerra. Es tracta de màquines que facilitaven les feines de la construcció o de l'extracció minera o que servien per desplaçar-se per terra i per l'aigua. El dibuix, era la forma d'expressió més emprada per al disseny d'aquests aparells i, a través d'ell, el tècnic desenvolupava la seva creativitat. Alguns d'aquests dibuixos eren representacions de màquines existents, mentre que altres eren màquines possibles que pretenien donar resposta a una necessitat o a un desig. En algun cas aquest desig va ser acomplert parcialment, com desplaçar-se per sota de l'aigua. En d'altres, va ser irrealitzable per l'estat de la tècnica d'aquell moment, com el somni de volar.

La necessitat de desplaçar-se no és solament específica de la naturalesa humana o de les zones habitades. És tan complexa que afecta a tots els éssers vivents i a tots els indrets de l'univers. No obstant, sols els éssers humans han estat capaços d'inventar-se enginyers que els facilitin aquesta activitat com la roda o la vela. Aquests dos invents marcaren l'inici del desplaçament per terra i per mar i es van veure potenciats per la construcció de carreteres i la utilització de la força del cavall per desplaçar-se.



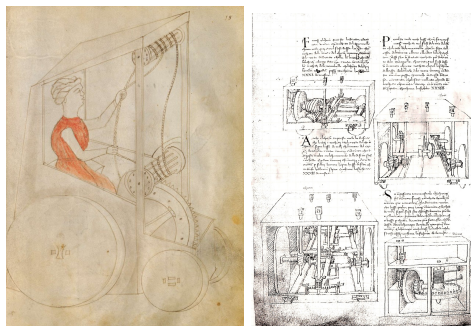
Carros de combat de Guy de Vigevano (esquerra)
i del Bellifortis de Conrad Kyeser (dreta)

Els enginyers del Renaixement, inspirant-se en els carros de combat utilitzats a l'Edat Mitjana, van dissenyar uns *automòbils* accionats mecànicament per a facilitar el transport per terra. Així doncs, els carros de combat dibuixats per Guy de Vigevano o per Conrad Kyeser van servir d'inspiració als tècnics de la primera generació del Renaixement per a dissenyar alguns de nous com el que va dibuixar Il Taccola i que va reproduir, amb errades, Roberto Valturio en el primer tractat tècnic imprès amb la nova tècnica de tipus mòbils titulat *De Re Militari*.



Evolució dels carros de combat:
a) Vigevano, b) Valturio i c) Il Taccola.

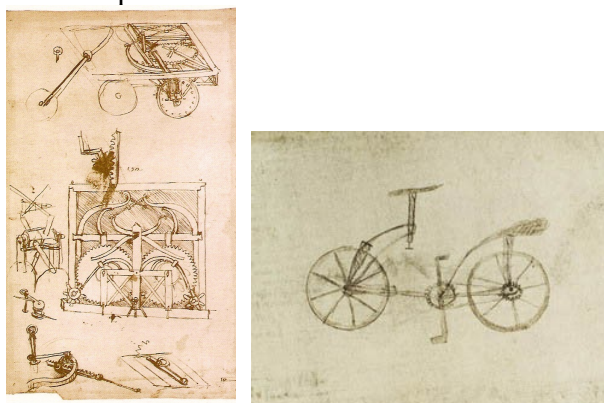
Aquest avenç tècnic generat per raons militars va donar lloc a altres dibuixos de carros per a ser utilitzats en temps de pau. Els aparells inventats per Giovanni Fontana i per Francesco di Giorgio Martini en són el millor exemple. Es tractava de carros accionats per energia humana però equipats amb un sistema complex d'engranatges que facilitava el seu funcionament i permetia desplaçar-se sense necessitat d'un animal que l'arrossegés.



*Automòbils dissenyats per Giovanni Fontana (esquerra)
i Francesco di Giorgio (dreta)*

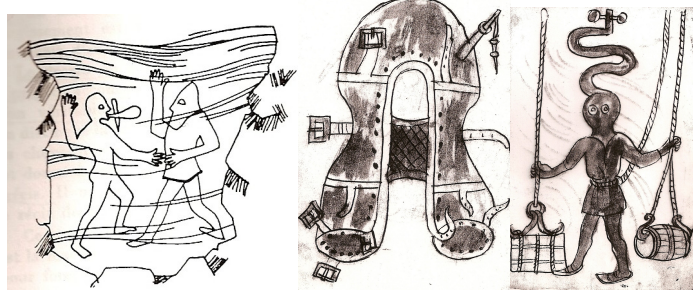
Un altre exemple és el carro automotor de Leonardo da Vinci, un aparell recollit en el Còdex Atlàntic i que estava destinat probablement a l'escenografia d'un espectacle. Estava format per un sistema de molles de ballesta que transmetien el moviment a les dues rodes posteriors mentre que una roda dotada de timó regulava la direcció de la màquina.

La bicicleta de Leonardo da Vinci és un polèmic esbós que va aparèixer en el revers d'una làmina de la ordenació dels dibuixos duta a terme en el segle XVI per Pompeo Leoni. La seva originalitat i el traç insegur del dibuixant van fer pensar que no era original del famós enginyer renaixentista. Malgrat la incertesa sobre l'autoria, aquest dibuix caldria situar-lo més aviat al costat dels somnis ja que va caldre esperar uns tres segles perquè se'n construís la primera bicicleta.



Carro automotor i bicicleta de Leonardo da Vinci

Si tots aquest aparells permeten el desplaçament per terra, n'hi ha d'altres que faciliten el moviment sota de l'aigua. Són les escafandres, el primer exemple de les quals el trobem en el *Belifortis* de Conrad Kyeser on hi ha dibuixats dos bussos un de ells cobert amb un caputxó sobre el cap i respirant a través d'un recipient, mentre que l'altre està cobert amb un gran casc amb ulls de vidre i una casaca que el cobreix fins a la cintura. En el manuscrit de la guerra hussita, col·lecció de dibuixos alemanys datat del 1421, hi ha uns dissenys d'escafandres d'aspecte fins i tot més modern que l'aparell per respirar per sota de l'aigua representat per Leonardo.



Combat d'escafandres del *Bellifortis* (esquerra) i dibuixos d'escafandre (els dos de la dreta) del Ms. de la Guerra Hussita.

Tots aquest invents estaven relacionats amb els atacs submarins als vaixells. Leonardo, però va anar una mica més enllà i va fer un croquis i notes del, que s'ha anomenat, el submarí. Però els dibuixos no permeten reconstruir amb precisió el projecte. La idea era un vaixell perfectament hermètic i impermeable que deixant escapar l'aire dels bots de pells, que hi havia als flancs i que afavorien la flotació, fes la immersió. Per fer-lo remuntar caldria bombejar aire als bots. Es tracta potser d'un altre somni tecnològic de Leonardo. La seva imaginació el portava a plasmar sobre el paper objectes irrealitzables per a la tècnica del moment. Però Leonardo era un pacifista i deia haver destruït aquest invent per evitar la maldat de l'home que l'utilitzaria per assaltar els vaixells enemics i convertiria l'invent en un instrument de mortífer.



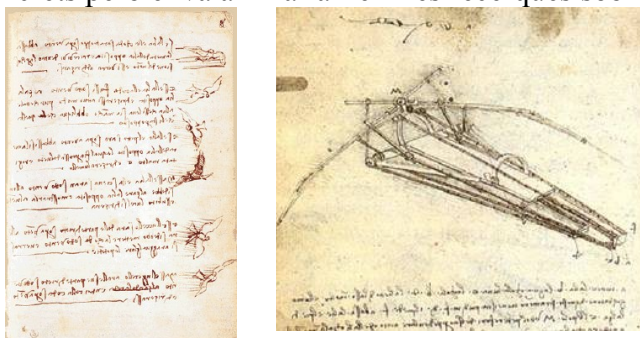
Dibuixos sobre el submarí (esquerra) i aparell per respirar sota l'aigua (dreta) de Leonardo da Vinci.

Un altre somni de Leonardo el constitueix el desig de volar. Aquesta voluntat d'emular els ocells ja existia a l'antiguitat grega i estava representada pel mite d'Icar. Leonardo va iniciar els estudis del vol a Florència, però va desenvolupar-los a Milà. Els primers dibuixos mostren l'esforç de Leonardo sobre les ales mòbils. Hi ha un gran nombre de formes diverses en què l'home les acciona amb els seus braços i les seves cames. Són dibuixos molt convincents que indiquen que Leonardo creia que aquestes màquines eren possibles. Hi ha menció a un intent de vol humà, potser mai fet, a partir de la teulada del Palau dels Sforza i de la tria d'un lloc menys perillós sobre un llac i portant un bot de pell lligat a la cintura per poder flotar si s'hi caigués a l'aigua.



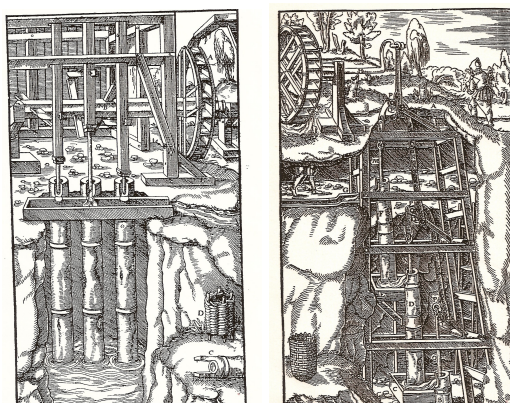
Diverses màquines de volar. Ales (esquerra) i màquines voladores (dreta)

Les màquines voladores concebudes per Leonardo evolucionaren al llarg dels anys cap a unes màquines que posseïen ales mòbils accionades per mecanismes complexos. Tanmateix, l'estudi de l'anatomia dels ocells li va fer veure que l'home no podrà mai imitar el moviment de les ales. Cap a 1505, després d'haver comparat la potencia muscular de l'ocell i la de l'home, Leonardo comprèn que l'home no posseeix la força necessària per elevar una màquina volant. A partir d'aquest moment va cessar d'interessar-se per les màquines de vol amb ales mòbils i va explorar altres possibilitats més avantatjoses: el vol a vela a la manera de les planejadors. Aquesta temptativa no li va donar resultats concrets però el va animar a fer més recerques sobre el vol.



Estudis sobre el vol dels ocells (esquerra) i màquines de vol a vela (dreta) de Leonardo da Vinci

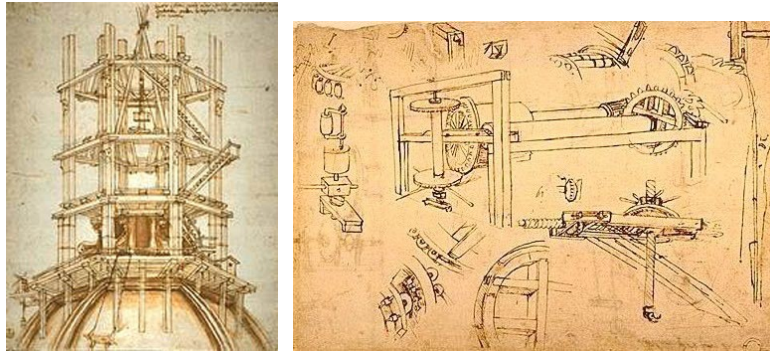
El desenvolupament aconseguit en el disseny de màquines va tenir una aplicació immediata en la metal·lúrgia i foneria, dues activitats en expansió en el Renaixement principalment degut a les conquestes colonials. Per això, els tractats tècnics que s'escriuen en el segle XVI tenien una finalitat eminentment pràctica i es feien servir pels miners per resoldre els problemes concrets de la seva especialitat. Potser, el text més significatiu va ser el *De Re Metallica* de Giorgio Agrícola on es troben tot un seguit de màquines d'arrossegament i un enorme grapat de màquines per extreure aigua entre les que cal destacar les bombes de pistó. Aquestes darreres pretenien resoldre el problema que succeïa a les mines quan s'inundaven d'aigua. Entre 1530-40 s'instal·laren bombes de pistó, però aquestes sols permetien una elevació de 80 m, per això es van pensar de col·locar-les en sèrie o *Stangenkunst* (bombes aspirants en sèrie accionades per una roda hidràulica). Agrícola en el seu llibre en dona alguns exemples.



Dos dibuixos de bombes de pistó dissenyades per Giorgio Agrícola

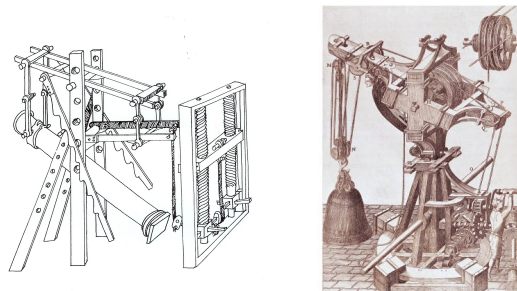
Un altre sector on les màquines van tenir una gran aplicació va ser la construcció. Les grues que es van fer servir en el Renaixement no foren una invenció d'aquell període històric sinó, més aviat un perfeccionament d'invents d'èpoques anteriors. Només cal

recordar les màquines elevatòries descrites per Vitruvi a *De architectura*, que representen un bon exemple de la forma de construir de l'època clàssica. Tanmateix, cercant inspiració en les formes constructives gregues i romanes, Filippo Brunelleschi va dissenyar unes màquines específiques per a la construcció de la cúpula de Santa Maria del Fiore de Florència, com una càbria gegant o una grua monumental que representen una fita en el camp de l'arquitectura fins al punt de ser copiades per molts tècnics de les generacions posteriors.



Les grues dissenyades per Brunelleschi. El dibuix de la dreta representa la càbria de Brunelleschi dibuixada pel jove Leonardo da Vinci.

En els reculls de dibuixos de Francesco di Giorgio hi trobem màquines per aixecar columnes on es veu, possiblement, la influència d'Aristotil Fioravanti que al 1455 havia aixecat i redreçat torres i columnes en diversos indrets de la península itàlica. Francesco di Giorgio es va dedicar a reconstruir aquestes màquines a partir dels mètodes utilitzats pels antics enginyers romans per transportar l'obelisc des de la vall del Nil a la Plaça de Roma. Aquesta activitat posa de manifest que Francesco di Giorgio, com ho havia estat Il Taccola, combinaven un esperit innovador amb la recuperació arqueològica de màquines. Entre els dibuixos de Leonardo, també hi troben diversos aparells per aixecar o per moure canons de grans proporcions. Però on hi ha un estudi més detallat de les grues és en l'obra d'Agostino Ramelli *Le diverse et artificiose machines* on aquest autor representa un bon nombre d'enginys per elevar pedres o campanes que es podien accionar de manera simple movent simplement una maneta gràcies a un complicat sistema d'engrenatges i politges.



Diferents grues. A l'esquerra una per aixecar columnes de Francesco di Giorgio i a la dreta una de Ramelli per elevar una campana.

Les màquines del Renaixement utilitzaven principalment la força de sang (humana o animal) i la força de l'aigua. El paradigma vigent era doncs, el de la tecnologia de l'aigua. El mateix que havia estat vigent durant l'Edat Mitjana i per això els avenços no representen una revolució, com va succeir en el camp de la ciència sinó una continuïtat i un perfeccionament. Tanmateix, pel que fa als dissenys de màquines el Renaixement fou un dels períodes històrics de major creativitat de la història de la humanitat.